Lane Medical Library

# Über das Verhalten der Geschmacksgleichungen bei Verdünnung der Ausgangslösung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Thüringischen Landesuniversität Jena

vorgelegt von

Karl Werner
aus Hirschberg (Riesengebirge)

Jena 1933

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Thüringischen Landesuniversität Jena.

Gutachter: v. Skramlik.

Jena, den 11. Oktober 1933.

Gräper
dz. Dekan.

---

Die Arbeit wurde in der Physiologischen Anstalt der Thüringischen Landesuniversität Jena unter Anleitung von Herrn Prof. Dr. E. v. Skramlik fertiggestellt. Ich versichere eidesstattlich, daß darüber hinaus keine weitere Beihilfe stattgefunden hat.

(Aus der physiologischen Anstalt der Universität Jena)

# Über das Verhalten der Geschmacksgleichungen bei Verdünnung der Ausgangslösung

Von

Karl Werner (Jena)

*Sonderabdruck aus*
*„Zeitschrift für Sinnesphysiologie"*
*Bd. 64 (1933)*
*Verlag von Johann Ambrosius Barth in Leipzig*
*Printed in Germany*

## I. Einleitung

Nach den Untersuchungen von v. Skramlik[1,2,3] ist es möglich, für anorganische Salze Mischungen aus Vertretern der vier Fickschen Grundqualitäten bitter, salzig, sauer und süß, zu ermitteln, die von dem einheitlichen Körper geschmacklich nicht zu unterscheiden sind. Diese Geschmacksgleichungen zeichnen sich vor allem dadurch aus, daß sie individuell verschieden sind, und zwar nicht nur in ihrer quantitativen, sondern auch in ihrer qualitativen Zusammensetzung.

Im Anschluß an diese Feststellungen ist es von Interesse zu erfahren, wie sich die Mischungsgleichungen verhalten, wenn man die ursprüngliche Lösung des Salzes und die ihr geschmacksgleiche Mischung in dem gleichen Maße verdünnt. Ansätze zur Beantwortung dieser Frage finden sich schon in der ersten Arbeit von v. Skramlik.[4] Er fand, daß der Geltungsbereich der Gleichungen mit zunehmender Verdünnung zumeist eng begrenzt ist und individuell stark schwankt. Von einer bestimmten Verdünnung ab, die individuell stark wechselt, weicht der Geschmack des einheitlichen Körpers von dem der Mischung ab, auch wird die eine oder andere Komponente schwächer oder aber sie fällt ganz aus. Bei einzelnen Vpn. kam es allerdings vor, daß sich Abnahme und

[1] E. v. Skramlik, Mischungsgleichungen im Gebiete des Geschmackssinnes. *Ber. üb. d. ges. Physiol.* **2**, 168, 1920 und *Z. Sinnesphysiol.* **53**, 36, 1921.

[2] E. v. Skramlik, Mischungsgleichungen im Gebiete des Geschmackssinnes II. *Z. Sinnesphysiol.* **53**, 219, 1922.

[3] E. v. Skramlik, Handbuch der Physiologie der niederen Sinne I. S. 454 ff. Leipzig 1926.

[4] Vgl. auch H. Hambloch u. J. Püschel, Über die sinnlichen Erfolge bei Darbietung von Geschmacksmischungen. *Z. Sinnesphysiol.* **59**, 136, 1928.

Ausfall der einzelnen Komponenten bis in die stärksten an destilliertes Wasser erinnernde Verdünnungen ganz gleichmäßig vollzog, so daß sich die Mischungsgleichungen unbegrenzt gültig erwiesen.

In der Abhandlung von v. Skramlik finden sich über dieses Geschehen keine genaueren Zahlenangaben. Ich habe es mir daher zur Aufgabe gemacht, hier einige neue Erfahrungen beizubringen.

## II. Eigene Untersuchungen

Das aufgeworfene Problem sollte dadurch einer Lösung zugeführt werden, daß ich zuerst für eine Reihe von anorganischen Salzen und verschiedene Vpn. die Mischungsgleichungen aufstellte. Um die Verdünnung möglichst weit treiben zu können, war es natürlich erforderlich, die Salze in so konzentrierter Lösung zu verwenden, als es irgend möglich war. Das hat natürlich seine obere Grenze, weil die Salzlösungen in stärkerer Konzentration leicht außer auf die Geschmacksorgane auch noch auf die Endorgane des Tast- und Schmerzsinnes auf der Zunge einwirken.

Als Vpn. waren tätig: 1. Herr cand. med. dent. Harald Hertel, 2. Herr Zahnarzt Erich Hennies und 3. Verf. Es liegt mir am Herzen, meinen Mitarbeitern auch an dieser Stelle für die viele Mühe und Sorgfalt, die sie an die Versuche gewandt haben, aufrichtigst zu danken.

Als Salze verwendete ich 6, und zwar „pro analysi" Präparate der Firma E. Merck in Darmstadt. Es waren dies: Lithiumchlorid, Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid, Lithiumbromid, Natriumbromid und Lithiumjodid. Zur Herstellung der Mischung wurden Stammlösungen verwendet und zwar als Vertreter von bitter eine 0,0139 m Chinin hydrochloricum-Lösung, von salzig eine 1,71 m Natriumchlorid-Lösung, von sauer eine 0,0595 m Weinsteinsäure-Lösung, von süß eine 1,16 m Rohrzucker-Lösung, die ich u. U. noch weiter verdünnte. Die Abmessung der Dosen geschah mit Hilfe von Pipetten, die in $^1/_{100}$ ccm eingeteilt waren. Die dargereichten Geschmacksproben umfaßten stets 10 ccm, und zwar sowohl für den einheitlichen Körper als auch für die Gemische. Beide mußten zur Prüfung zumindest 20 Sekunden im Munde behalten werden.

Vorversuche hatten mich darüber belehrt, daß entsprechend den Erfahrungen von v. Skramlik gleiche Verdünnungen des Salzes und der Mischung nur selten geschmacksgleich waren. Deswegen arbeitete ich darauf hinaus, zu jeder Verdünnung des Salzes neue Mischungsgleichungen aufzustellen. Ent-

sprechend den sechs verwendeten Salzen gliedert sich die Arbeit in sechs Abschnitte.

Tabelle 1

Geschmacksgleichungen für LiCl in verschiedener Konzentration

| Vp. | Salz | m | Chin. hydr. m | NaCl m | Weinstein-Säure m | Rohrzucker m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | LiCl | 0,474 | 0,0000014 | 0,923 | 0,00095 | — |
| 2 | „ | 0,474 | — | 0,855 | 0,00104 | — |
| 3 | „ | 0,474 | 0,0000042 | 0,821 | 0,00054 | — |
| 1 | LiCl | 0,356 | 0,0000012 | 0,529 | 0,00071 | — |
| 2 | „ | 0,356 | — | 0,496 | 0,00083 | — |
| 3 | „ | 0,356 | 0,0000033 | 0,479 | 0,00045 | — |
| 1 | LiCl | 0,316 | 0,00000083 | 0,462 | 0,00065 | — |
| 2 | „ | 0,316 | — | 0,308 | 0,00057 | — |
| 3 | „ | 0,316 | 0,0000028 | 0,470 | 0,00036 | — |
| 1 | LiCl | 0,237 | — | 0,308 | 0,00042 | — |
| 2 | „ | 0,237 | — | 0,231 | 0,00045 | — |
| 3 | „ | 0,237 | — | 0,308 | 0,00021 | — |
| 1 | LiCl | 0,119 | — | 0,145 | 0,00018 | — |
| 2 | „ | 0,119 | — | 0,111 | 0,00021 | — |
| 3 | „ | 0,119 | — | 0,145 | 0,00022 | — |
| 1 | LiCl | 0,059 | — | 0,072 | 0,00009 | — |
| 2 | „ | 0,059 | — | 0,056 | 0,00009 | — |
| 3 | „ | 0,059 | — | 0,075 | 0,00009 | — |
| 1 | LiCl | 0,030 | — | 0,034 | — | — |
| 2 | „ | 0,030 | — | 0,022 | — | — |
| 3 | „ | 0,030 | — | 0,041 | — | — |
| 1 | LiCl | 0,015 | — | — | — | — |
| 2 | „ | 0,015 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,015 | — | 0,031 | — | — |

1. LiCl.

Ich verdünnte die Ausgangslösung von LiCl in 0,474 m Konzentration auf $^3/_4$, $^2/_3$, $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{16}$ und $^1/_{32}$. Zu jeder dieser Verdünnungen stellte ich die entsprechenden Mischungsgleichungen auf (s. Tab. 1). Das Salz schmeckte für Vpn. 1 und 3 bitter, salzig und sauer, für Vp. 2 nur salzig und sauer. Der salzige Ge

schmack war vorherrschend, der saure schon schwächer und der bittere gerade ausgeprägt.

Von vornherein wäre zu erwarten gewesen, daß zur Erzielung der Geschmacksgleichungen die der Ausgangslösung gleich

Tabelle 2

Proportionalitätsfaktoren für die Verdünnung von LiCl und der einzelnen Vertreter der geschmacksgleichen Mischung

| Vp. | Salz | | Chinin hydr. | NaCl | Weinstein säure | Rohrzucker |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | | m | m | m | m |
| 1 | LiCl | 0,356 0,75 | 0,87 | 0,57 | 0,75 | — |
| 2 | „ | 0,356 0,75 | — | 0,58 | 0,80 | — |
| 3 | „ | 0,356 0,75 | 0,79 | 0,58 | 0,83 | — |
| 1 | LiCl | 0,316 0,66 | 0,59 | 0,50 | 0,68 | — |
| 2 | „ | 0,316 0,66 | — | 0,36 | 0,55 | — |
| 3 | „ | 0,316 0,66 | 0,67 | 0,57 | 0,67 | — |
| 1 | LiCl | 0,237 0,50 | — | 0,34 | 0,44 | — |
| 2 | „ | 0,237 0,50 | — | 0,28 | 0,43 | — |
| 3 | „ | 0,237 0,50 | — | 0,38 | 0,38 | — |
| 1 | LiCl | 0,119 0,25 | — | 0,16 | 0,19 | — |
| 2 | „ | 0,119 0,25 | — | 0,13 | 0,20 | — |
| 3 | „ | 0,119 0,25 | — | 0,18 | 0,41 | — |
| 1 | LiCl | 0,059 0,12 | — | 0,08 | 0,09 | — |
| 2 | „ | 0,059 0,12 | — | 0,07 | 0,08 | — |
| 3 | „ | 0,059 0,12 | — | 0,09 | 0,16 | — |
| 1 | LiCl | 0,030 0,06 | — | 0,04 | — | — |
| 2 | „ | 0,030 0,06 | — | 0,03 | — | — |
| 3 | „ | 0,030 0,06 | — | 0,05 | — | — |
| 1 | LiCl | 0,015 0,03 | — | — | — | — |
| 2 | „ | 0,015 0,03 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,015 0,03 | — | 0,03 | — | — |

erscheinende Mischung durchaus in entsprechender Weise verdünnt werden muß. Um ein Maß für die Veränderungen zu besitzen, die die Konzentrationen der Vertreter der einzelnen Qualitäten bei Verdünnung der dem einheitlichen Körper geschmacksgleichen Ausgangslösung erfahren, sind eigene Proportionalitätsfaktoren P aufgestellt worden. Diese kann man gewinnen, indem

man die Konzentration der Vertreter der betreffenden Qualität in der Verdünnung durch deren Ausgangskonzentration dividiert. Ändern sich die Geschmäcke streng proportional der Verdünnung der Lösung des Salzes, so müssen diese Proportionalitätsfaktoren für die Vertreter aller Qualitäten dem Proportionalitätsfaktor der verdünnten Lösung des einheitlichen Körpers gleich sein. Wie aber ein Blick auf Tab. 2 (S. 129) lehrt, liegen die Dinge etwas anders.

Beschäftigen wir uns zuerst mit dem Bittergeschmack, so kann man sagen, daß innerhalb der Fehlergrenzen bei Verdünnung der ursprünglichen Salzlösung auf $^3/_4$ bzw. $^2/_3$ der Chiningehalt der Mischung annähernd proportional erniedrigt werden muß, um von neuem Geschmacksgleichheit zu erzielen. Wir finden bei den Vpn. 1 und 3 Proportionalitätsfaktoren von 0,87 bzw. 0,79 bei Verwendung einer 0,356 m LiCl-Lösung und solche von 0,59 bzw. 0,67 bei Verwendung einer 0,316 m LiCl-Lösung. Bei der halben Konzentration der Ausgangslösung, also in 0,237 m Lösung, schmeckt das LiCl für diejenigen Vpn., denen es ursprünglich bitter geschmeckt hat, nicht mehr bitter.

Ganz anders liegen die Dinge für den Kochsalzgehalt der Mischung. Wie aus Tab. 2 hervorgeht, schmeckt das LiCl bei einer Verdünnung entsprechend einem Proportionalitätsfaktor von 0,75, 0,66, 0,50 usf. nicht in entsprechender Weise weniger salzig. Um Geschmacksgleichheit zu erzielen, muß vielmehr der Kochsalzgehalt der Mischung in ganz erheblicher Weise herabgesenkt werden, so daß er für sämtliche Vpn. bei der halben Konzentration der ursprünglichen LiCl-Lösung ($P = 0{,}50$) auf etwa $^1/_3$ herabgehen muß. Wir finden da Proportionalitätsfaktoren für die 3 Vpn. von 0,34 bzw. 0,28 bzw. 0,38. Die gleichen Bemerkungen gelten auch für die weiteren Verdünnungen. Die Abnahme des salzigen Geschmackes vollzieht sich also viel schneller als der tatsächlichen Verdünnung entspricht.

In Tab. 3 habe ich eigens die Konzentrationsquotienten für den salzigen Geschmack in der gleichen Weise niedergelegt, wie das zuerst v. Skramlik getan hat. Der Faktor f bedeutet den Quotienten $\frac{\text{m Kochsalzgehalt}}{\text{m Salzgehalt}}$. Würde der salzige Geschmack des LiCl entsprechend der Verdünnung abnehmen, so müßten die Konzentrationsquotienten durchaus gleichbleiben. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr sinkt der Faktor f für alle 3 Vpn. mit zunehmender Verdünnung ab, ein Zeichen dafür, daß die verdünnten

Salzlösungen nicht in dem zu erwartenden Maße weniger salzig schmecken. Für Vp. 3 schmeckt die verdünnte LiCl-Lösung bei einem P = 0,03 auffallend salzig. Der Faktor f beträgt da 2,0.

Auch der Grad des sauren Geschmackes, ausgedrückt an dem Gehalt der Weinsteinsäure in der Mischung, ändert sich bei Verdünnung der ursprünglichen Salzlösung nicht ganz streng proportional der Verdünnung (s. Tab. 2). Am ausgeprägtesten ist diese Erscheinung allerdings von einer Verdünnung vom Proportionalitätsfaktor von 0,50 abwärts.

Tabelle 3

$$f = \frac{\text{m NaCl}}{\text{m Salz}}$$

| Verdünnung | P | Salz | m | f Vp. 1 | f Vp. 2 | f Vp. 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/1 | 1,00 | LiCl | 0,474 | 1,95 | 1,80 | 1,73 |
| 3/4 | 0,75 | „ | 0,356 | 1,48 | 1,39 | 1,35 |
| 2/3 | 0,66 | „ | 0,316 | 1,46 | 0,97 | 1,50 |
| 1/2 | 0,50 | „ | 0,237 | 1,30 | 0,97 | 1,30 |
| 1/4 | 0,25 | „ | 0,119 | 1,23 | 0,92 | 1,23 |
| 1/8 | 0,12 | „ | 0,059 | 1,22 | 0,94 | 1,23 |
| 1/16 | 0,06 | „ | 0,030 | 1,13 | 0,73 | 1,34 |
| 1/32 | 0,03 | „ | 0,015 | — | — | 2,00 |

Von einer Verdünnung auf 1/16 (P = 0,06) schmeckt das LiCl für alle 3 Vpn. nur noch salzig. Bei einer Verdünnung auf 1/32 (P = 0,03) ist das LiCl von den Vpn. 1 und 2 von destilliertem Wasser nicht zu unterscheiden, für Vp. 3 schmeckt es da noch salzig.

2. KCl.

Ich verdünnte die Ausgangslösung von KCl in 0,268 m Konzentration auf 3/4, 2/3, 1/2, 1/4, 1/8 und 1/16 und stellte zu jeder dieser Verdünnungen die entsprechenden Mischungsgleichungen auf (s. Tab. 4). Das Salz schmeckte für alle 3 Vpn. bitter, salzig und sauer. Auch bei diesem anorganischen Salz war der salzige Geschmack vorherrschend.

Wenden wir uns zuerst dem bitteren Geschmack zu, so ist zu bemerken, daß der Chiningehalt der Mischung für die Vpn. 1 und 2 proportional der Verdünnung herabgesetzt werden muß. Die Proportionalitätsfaktoren P für den Chinin hydrochloricum-Gehalt stimmen (s. Tab. 5) hier mit den Proportionalitätsfaktoren der ver-

dünnten Lösung des anorganischen Salzes nahezu völlig überein, wie aus Tab. 5 hervorgeht. Für Vp. 2 liegen die Verhältnisse anders. Hier sehen wir, daß bei Verdünnungen des KCl entsprechend den Proportionalitätsfaktoren 0,75 bzw. 0,66 der Bitter-

Tabelle 4

Geschmacksgleichungen für KCl in verschiedener Konzentration

| Vp. | Salz | m | Chinin hydr. m | NaCl m | Weinsteinsäure m | Rohrzucker m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | KCl | 0,268 | 0,000015 | 0,328 | 0,00074 | — |
| 2 | „ | 0,268 | 0,000011 | 0,299 | 0,00059 | — |
| 3 | „ | 0,268 | 0,000017 | 0,333 | 0,00057 | — |
| 1 | KCl | 0,201 | 0,000011 | 0,283 | 0,00057 | — |
| 2 | „ | 0,201 | 0,0000028 | 0,217 | 0,00015 | — |
| 3 | „ | 0,201 | 0,000014 | 0,248 | 0,00036 | — |
| 1 | KCl | 0,179 | 0,0000097 | 0,214 | 0,00048 | — |
| 2 | „ | 0,179 | 0,0000014 | 0,145 | 0,00003 | — |
| 3 | „ | 0,179 | 0,000012 | 0,222 | 0,00033 | — |
| 1 | KCl | 0,134 | 0,0000069 | 0,183 | 0,00045 | — |
| 2 | „ | 0,134 | — | 0,099 | — | — |
| 3 | „ | 0,134 | 0,0000083 | 0,168 | 0,00024 | — |
| 1 | KCl | 0,067 | 0,0000042 | 0,093 | 0,00024 | — |
| 2 | „ | 0,067 | — | 0,039 | — | — |
| 3 | „ | 0,067 | 0,0000042 | 0,103 | 0,00015 | — |
| 1 | KCl | 0,033 | — | 0,045 | — | — |
| 2 | „ | 0,033 | — | 0,021 | — | — |
| 3 | „ | 0,033 | — | 0,058 | 0,00009 | — |
| 1 | KC | 0,0168 | — | 0,021 | — | — |
| 2 | „ | 0,0168 | — | 0,008 | — | — |
| 3 | „ | 0,0168 | — | 0,048 | — | — |

geschmack außerordentlich stark herabgeht, sehr viel stärker, als der Verdünnung entsprechen würde. Bei Verdünnung des Salzes auf die Hälfte (P = 0,50) schmeckt das KCl der betreffenden Vp. überhaupt nicht mehr bitter. Für die beiden anderen Vpn. war dies erst bei einer 0,033 m KCl-Lösung der Fall.

Etwas anders liegen die Dinge für den salzigen Geschmack. dessen Grad sich in dem Kochsalzgehalt der Mischung ausdrückt.

Für die Vpn. 1 und 3 vollzieht sich die Abnahme in dem Kochsalzgehalt der Mischung annähernd proportional der Verdünnung. Bei Vp. 3 hört allerdings von einer 0,033 m Lösung diese Proportionalität auf. Bei Vp. 2 sehen wir dagegen eine Übereinstimmung der Proportionalitätsfaktoren des Kochsalzgehaltes der

Tabelle 5

Proportionalitätsfaktoren für die Verdünnung von KCl und der einzelnen Vertreter der geschmacksgleichen Mischung

| Vp. | Salz m | | Chinin hydr. m | NaCl m | Weinsteinsäure m | Rohrzucker m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | KCl | 0,201 0,75 | 0,73 | 0,86 | 0,77 | — |
| 2 | „ | 0,201 0,75 | 0,25 | 0,72 | 0,25 | — |
| 3 | „ | 0,201 0,75 | 0,82 | 0,74 | 0,63 | — |
| 1 | KCl | 0,179 0,66 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | — |
| 2 | „ | 0,179 0,66 | 0,13 | 0,49 | 0,05 | — |
| 3 | „ | 0,179 0,66 | 0,71 | 0,67 | 0,58 | — |
| 1 | KCl | 0,134 0,50 | 0,46 | 0,56 | 0,61 | — |
| 2 | „ | 0,134 0,50 | — | 0,33 | — | — |
| 3 | „ | 0,134 0,50 | 0,49 | 0,50 | 0,42 | — |
| 1 | KCl | 0,067 0,25 | 0,28 | 0,28 | 0,32 | — |
| 2 | „ | 0,067 0,25 | — | 0,14 | — | — |
| 3 | „ | 0,067 0,25 | 0,25 | 0,31 | 0,26 | — |
| 1 | KCl | 0,033 0,12 | — | 0,14 | — | — |
| 2 | „ | 0,033 0,12 | — | 0,07 | — | — |
| 3 | „ | 0,033 0,12 | — | 0,17 | 0,16 | — |
| 1 | KCl | 0,017 0,06 | — | 0,06 | — | — |
| 2 | „ | 0,017 0,06 | — | 0,03 | — | — |
| 3 | „ | 0,017 0,06 | — | 0,14 | — | — |

Mischung gegenüber dem verdünnten anorganischen Salz nur bis zu einer 0,179 m KCl-Lösung. Von da ab schmeckt der betreffenden Vp. die verdünnte Salzlösung sehr viel weniger salzig, als nach der tatsächlichen Verdünnung zu erwarten wäre.

In Tab. 6 sind wieder die Konzentrationsquotienten f für den salzigen Geschmack niedergelegt. Sie lehrt im wesentlichen die die bereits gemachten Angaben. Die Konzentrationsquotienten sind für Vp. 1 für nahezu alle Verdünnungen gleich. Bei Vp. 3 ergibt sich ein Abweichen erst von der halben Verdünnung ab. Auf-

fallend ist die Tatsache, daß dieser Vp. das Salz um so salziger schmeckt, je geringer die Verdünnung wird. Der ursprüngliche Quotient f betrug 1,24, während er bei einer 0,0168 m Kochsalzlösung 2,85 ausmacht. Für Vp. 2 sinkt der Konzentrationsquotient f mit zunehmender Verdünnung stetig, d. h. wenn die Lösung des anorganischen Salzes verdünnt wird, so muß, um Geschmacksgleichheit zu erzielen, weniger Kochsalz in die Mischung getan werden, als dem Verdünnungsgrad entsprechen würde. Während der ursprüngliche Konzentrationsquotient 1,1 betrug, beträgt er bei einer Verdünnung des Salzes auf $^1/_{16}$ nur 0,50.

Tabelle 6

$$f = \frac{\text{m NaCl}}{\text{m Salz}}$$

| Verdünnung | P | Salz | m | f Vp. 1 | f Vp. 2 | f Vp. 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $^1/_1$ | 1,00 | KCl | 0,268 | 1,22 | 1,11 | 1,24 |
| $^3/_4$ | 0,75 | „ | 0,201 | 1,41 | 1,08 | 1,23 |
| $^2/_3$ | 0,66 | „ | 0,179 | 1,19 | 0,81 | 1,24 |
| $^1/_2$ | 0,50 | „ | 0,134 | 1,36 | 0,74 | 1,25 |
| $^1/_4$ | 0,25 | „ | 0,067 | 1,39 | 0,58 | 1,54 |
| $^1/_8$ | 0,12 | „ | 0,033 | 1,36 | 0,64 | 1,76 |
| $^1/_{16}$ | 0,06 | „ | 0,017 | 1,24 | 0,50 | 2,85 |

Ähnlich wie der Grad des salzigen ändert sich auch der des sauren Geschmackes. Bei Vpn. 1 und 2 sehen wir Proportionalitätsfaktoren (s. Tab. 5), die den Proportionalitätsfaktoren der verdünnten Lösung des anorganischen Salzes entsprechen. Bei Vp. 2 vollzieht sich dagegen der Abfall des sauren Geschmackes außerordentlich jäh. In 0,201 m KCl-Lösung (P = 0,75) würde man dort auch einen ähnlichen Proportionalitätsfaktor für den Weinsteinsäuregehalt der Mischung erwarten; man findet aber nur einen solchen von 0,25. Ähnlich liegen die Dinge bei einer 0,179 m KCl-Lösung. Wir finden da einen Weinsteinsäuregehalt der Mischung entsprechend einem P von 0,05, während dieses 0,66 betragen müßte. Dementsprechend schmeckt das KCl in 0,134 m Lösung der betreffenden Vp. nicht mehr sauer, sondern nur noch salzig.

Von einer Verdünnung auf $^1/_4$ (P = 0,25) schmeckte das Salz den Vpn. 1 und 3 noch immer bitter, salzig und sauer, Vp. 2 dagegen nur noch salzig. Bei einer Verdünnung auf $^1/_8$ (P = 0,12)

schmeckte das Salz für die Vpn. 1 und 2 nur noch salzig, für Vp. 3 salzig und sauer. Bei einer Verdünnung auf $^1/_{16}$ (P = 0,06) schmeckte das Salz sämtlichen Vpn. nur noch ganz schwach salzig.

Tabelle 7

Geschmacksgleichungen für $NH_4Cl$ in verschiedener Konzentration

| Vp. | Salz | m | Chin. hydr. m | NaCl m | Weinsteinsäure m | Rohrzucker m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,300 | 0,000022 | 0,701 | 0,00480 | — |
| 2 | „ | 0,300 | 0,000014 | 0,308 | 0,00480 | — |
| 3 | „ | 0,300 | 0,000037 | 0,590 | 0,00480 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,225 | 0,000017 | 0,538 | 0,00330 | — |
| 2 | „ | 0,225 | 0,000011 | 0,205 | 0,00360 | — |
| 3 | „ | 0,225 | 0,000035 | 0,441 | 0,00360 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,200 | 0,000015 | 0,458 | 0,00290 | — |
| 2 | „ | 0,200 | 0,0000097 | 0,145 | 0,00330 | — |
| 3 | „ | 0,200 | 0,000032 | 0,393 | 0,00310 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,150 | 0,000011 | 0,342 | 0,00220 | — |
| 2 | „ | 0,150 | 0,0000069 | 0,103 | 0,00170 | — |
| 3 | „ | 0,150 | 0,000022 | 0,294 | 0,00220 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,075 | 0,0000055 | 0,159 | 0,00110 | — |
| 2 | „ | 0,075 | 0,0000021 | 0,034 | 0,00090 | — |
| 3 | „ | 0,075 | 0,0000097 | 0,147 | 0,00120 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,038 | 0,0000028 | 0,082 | 0,00054 | — |
| 2 | „ | 0,038 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,038 | 0,0000042 | 0,074 | 0,00048 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,019 | — | — | — | — |
| 2 | „ | 0,019 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,019 | — | — | 0,00042 | — |

3. $NH_4Cl$

In Tab. 7 sind die Geschmacksgleichungen für die verschiedenen Verdünnungen der 0,300 m $NH_4Cl$-Lösung aufgestellt, die allen 3 Vpn. bitter, salzig und sauer schmeckte. Vorherrschend war natürlich der salzige Geschmack.

Der Bittergeschmack der verdünnten Salzlösung ändert sich (s. Tab. 8) für Vp. 1 durchaus proportional der Verdünnung. Anders liegen die Dinge für Vp. 2. Von einer 0,150 m $NH_4Cl$-

Lösung ab (P = 0,50) läßt der Bittergeschmack sehr stark nach, so daß er bei einer 0,038 m $NH_4Cl$-Lösung für diese Vp. überhaupt nicht mehr besteht. Für Vp. 3 schmeckt dagegen das Salz sehr stark bitter, und zwar im allgemeinen um so bitterer, je verdünnter die Lösung ist. Besonders auffällig ist dies bei den Verdünnungen

Tabelle 8

Proportionalitätsfaktoren für die Verdünnung von $NH_4Cl$ und der einzelnen Vertreter der geschmacksgleichen Mischung

| Vp. | Salz | m | | Chin. hydr. m | NaCl m | Weinsteinsäure m | Rohrzucker m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,225 | 0,75 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | — |
| 2 | „ | 0,225 | 0,75 | 0,78 | 0,67 | 0,75 | — |
| 3 | „ | 0,225 | 0,75 | 0,95 | 0,75 | 0,75 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,200 | 0,66 | 0,68 | 0,65 | 0,67 | — |
| 2 | „ | 0,200 | 0,66 | 0,69 | 0,47 | 0,69 | — |
| 3 | „ | 0,200 | 0,66 | 0,86 | 0,67 | 0,65 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,150 | 0,50 | 0,50 | 0,49 | 0,51 | — |
| 2 | „ | 0,150 | 0,50 | 0,49 | 0,33 | 0,35 | — |
| 3 | „ | 0,150 | 0,50 | 0,59 | 0,50 | 0,46 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,075 | 0,25 | 0,25 | 0,23 | 0,25 | — |
| 2 | „ | 0,075 | 0,25 | 0,15 | 0,11 | 0,19 | — |
| 3 | „ | 0,075 | 0,25 | 0,27 | 0,25 | 0,25 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,038 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,13 | — |
| 2 | „ | 0,038 | 0,12 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,038 | 0,12 | 0,11 | 0,13 | 0,10 | — |
| 1 | $NH_4Cl$ | 0,019 | 0,06 | — | — | — | — |
| 2 | „ | 0,019 | 0,06 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,019 | 0,06 | — | — | 0,09 | — |

des anorganischen Salzes entsprechend den Proportionalitätsfaktoren 0,75 bzw. 0,66. Wir finden da für den Chinin hydrochloricum-Gehalt der Mischung sehr viel höhere Proportionalitätsfaktoren als beim einheitlichen Körper.

Interessant ist, daß für die Vpn. 1 und 3 die Proportionalitätsfaktoren des Kochsalzgehaltes der Mischung durchaus denen des anorganischen Salzes entsprechen. Bei Vp. 2 ist dies anders. Je stärker man die anorganische Salzlösung verdünnt, um so schwächer salzig schmeckt sie. Dieses Ergebnis lehren auch die Konzentra-

tionsquotienten in Tab. 9, die für Vpn. 1 und 3 bei allen Verdünnungen des anorganischen Salzes annähernd gleich sind, während sie für Vp. 2 fortdauernd abnehmen.

Der Grad des sauren Geschmackes, ausgedrückt an dem Gehalt der Weinsteinsäure der Mischung, ändert sich bei Verdünnung der ursprünglichen Salzlösung für die Vpn. 1 und 3 nahezu proportional (s. Tab. 8). Vp. 2 macht hier eine Ausnahme, indem der Proportionalitätsfaktor des Weinsteinsäuregehaltes für die einer 0,150 m $NH_4Cl$-geschmacksgleichen Mischung viel zu gering ist. Der Proportionalitätsfaktor beträgt da 0,35, während er sich um 0,50 bewegen müßte.

Tabelle 9

$$f = \frac{\text{m NaCl}}{\text{m Salz}}$$

| Verdünnung | P | Salz | m | f Vp. 1 | f Vp. 2 | f Vp. 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/1 | 1,00 | $NH_4Cl$ | 0,300 | 2,34 | 1,03 | 1,97 |
| 3/4 | 0,75 | „ | 0,225 | 2,39 | 0,91 | 1,96 |
| 2/3 | 0,66 | „ | 0,200 | 2,29 | 0,72 | 1,96 |
| 1/2 | 0,50 | „ | 0,150 | 2,28 | 0,68 | 1,96 |
| 1/4 | 0,25 | „ | 0,075 | 2,12 | 0,45 | 1,96 |
| 1/8 | 0,12 | „ | 0,038 | 2,15 | — | 1,95 |
| 1/16 | 0,06 | „ | 0,019 | — | — | — |

Bis zu einer 0,075 m $NH_4Cl$-Lösung herab schmeckt das Salz für alle Vpn. bitter, salzig und sauer. Dasselbe ist der Fall für die Vpn. 1 und 3 bei einer 0,038 m $NH_4Cl$-Lösung. Für Vp. 2 ist diese Lösung bereits geschmacklos und von destilliertem Wasser nicht zu unterscheiden. Die 0,019 m $NH_4Cl$-Lösung ($P = 0{,}06$) schmeckt nur noch für Vp. 3 salzig.

4. LiBr.

Wie aus Tab. 10 hervorgeht, schmeckt für alle 3 Vpn. das LiBr bitter, salzig und sauer, allerdings mit vorherrschendem salzigem Geschmack.

Verdünnt man das Salz, so muß der Chinin hydrochloricum-Gehalt für Vpn. 1 und 3 in der geschmacksgleichen Mischung annähernd proportional herabgesetzt werden (s. Tab. 11). Für Vp. 2 trifft dies nicht ganz streng zu. Von einer 0,345 m Lösung ab schmeckt das LiBr sehr viel weniger bitter, als nach dem Ver-

dünnungsgrad zu erwarten wäre. Wir bekommen da für den Chiningehalt der Mischung zu niedrige Proportionalitätsfaktoren.

Tabelle 10

Geschmacksgleichungen für LiBr in verschiedener Konzentration

| Vp. | Salz | m | Chin. hydr. m | NaCl m | Weinsteinsäure m | Rohrzucker m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | LiBr | 0,460 | 0,000008 | 0,449 | 0,00086 | — |
| 2 | „ | 0,460 | 0,000011 | 0,455 | 0,00134 | — |
| 3 | „ | 0,460 | 0,000017 | 0,684 | 0,00089 | — |
| 1 | LiBr | 0,345 | 0,0000062 | 0,289 | 0,00064 | — |
| 2 | „ | 0,345 | 0,0000042 | 0,427 | 0,00104 | — |
| 3 | „ | 0,345 | 0,000012 | 0,427 | 0,00074 | — |
| 1 | LiBr | 0,307 | 0,0000055 | 0,307 | 0,00065 | — |
| 2 | „ | 0,307 | 0,0000033 | 0,342 | 0,00093 | — |
| 3 | „ | 0,307 | 0,0000097 | 0,392 | 0,00059 | — |
| 1 | LiBr | 0,230 | 0,0000042 | 0,226 | 0,00042 | — |
| 2 | „ | 0,230 | 0,0000028 | 0,229 | 0,00085 | — |
| 3 | „ | 0,230 | 0,0000083 | 0,308 | 0,00036 | — |
| 1 | LiBr | 0,115 | 0,0000021 | 0,099 | 0,00015 | — |
| 2 | „ | 0,115 | — | 0,017 | 0,00071 | — |
| 3 | „ | 0,115 | 0,0000042 | 0,145 | 0,00030 | — |
| 1 | LiBr | 0,058 | — | 0,046 | — | — |
| 2 | „ | 0,058 | — | 0,005 | 0,00030 | — |
| 3 | „ | 0,058 | — | 0,082 | 0,00024 | — |
| 1 | LiBr | 0,029 | — | 0,026 | — | — |
| 2 | „ | 0,029 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,029 | — | 0,048 | 0,00018 | — |
| 1 | LiBr | 0,014 | — | — | — | — |
| 2 | „ | 0,014 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,014 | — | 0,026 | 0,00009 | — |

Der Kochsalzgehalt der Mischung fällt für Vpn. 1 und 3, wenn auch nicht streng, so doch annähernd proportional der Verdünnung. Vp. 2 macht hier eine Ausnahme insofern, als das Salz bei einer Verdünnung entsprechend $P = 0{,}75$ und 0,66 außerordentlich salzig schmeckt. Die Proportionalitätsfaktoren für das Kochsalz in der Mischung sind bei diesen Verdünnungen sehr

viel höher als der Verdünnung des Salzes entspricht. Auffälligerweise fällt von einer 0,115 m LiBr-Lösung ab der Kochsalzgehalt der Mischung für Vp. 2 außerordentlich steil ab. Dies geht auch aus den Konzentrationsquotienten f in Tab. 12 hervor. Diese sind

Tabelle 11

Proportionalitätsfaktoren für die Verdünnung von LiBr und der einzelnen Vertreter der geschmacksgleichen Mischung

| Vp. | Salz | | Chin. hydr. | NaCl | Weinsteinsäure | Rohrzucker |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | | m | m | m | m |
| 1 | LiBr | 0,345 0,75 | 0,77 | 0,64 | 0,75 | — |
| 2 | „ | 0,345 0,75 | 0,38 | 0,94 | 0,77 | — |
| 3 | „ | 0,345 0,75 | 0,71 | 0,63 | 0,83 | — |
| 1 | LiBr | 0,307 0,66 | 0,69 | 0,68 | 0,76 | — |
| 2 | „ | 0,307 0,66 | 0,30 | 0,75 | 0,69 | — |
| 3 | „ | 0,307 0,66 | 0,57 | 0,57 | 0,66 | — |
| 1 | LiBr | 0,230 0,50 | 0,52 | 0,50 | 0,49 | — |
| 2 | „ | 0,230 0,50 | 0,25 | 0,50 | 0,71 | — |
| 3 | „ | 0,230 0,50 | 0,49 | 0,45 | 0,40 | — |
| 1 | LiBr | 0,115 0,25 | 0,26 | 0,22 | 0,17 | — |
| 2 | „ | 0,115 0,25 | — | 0,04 | 0,53 | — |
| 3 | „ | 0,115 0,25 | 0,25 | 0,21 | 0,34 | — |
| 1 | LiBr | 0,058 0,12 | — | 0,10 | — | — |
| 2 | „ | 0,058 0,12 | — | 0,01 | 0,22 | — |
| 3 | „ | 0,058 0,12 | — | 0,12 | 0,27 | — |
| 1 | LiBr | 0,029 0,06 | — | 0,06 | — | — |
| 2 | „ | 0,029 0,06 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,029 0,06 | — | 0,08 | 0,20 | — |
| 1 | LiBr | 0,014 0,03 | — | — | — | — |
| 2 | „ | 0,014 0,03 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,014 0,03 | — | 0,04 | 0,10 | — |

für die Vpn. 1 und 3 bei allen Verdünnungen im großen ganzen gleich, für Vp. 2 dagegen nehmen sie bis zu einer Verdünnung $P = 0{,}66$ ständig zu und fallen von da ab steil ab.

Eigenartig liegen die Dinge für den sauren Geschmack, ausgedrückt an dem Grad des Weinsteinsäuregehaltes der Mischung (s. Tab. 11). Dieser ändert sich für alle 3 Vpn. nicht proportional

der Verdünnung. Nicht einmal bei Vp. 1, bei der die Proportionalitätsfaktoren für den Weinsteinsäuregehalt der Mischung noch am ehesten mit den Proportionalitätsfaktoren des anorganischen Salzes übereinstimmen. Für Vpn. 2 und 3 schmeckt die verdünnte Salzlösung auffällig stark sauer.

Das LiBr schmeckt in 0,230 m Lösung noch für alle Vpn. bitter, salzig und sauer. In einer 0,115 m Lösung weist es dagegen diese Qualitäten nur für Vpn. 1 und 3 auf, für Vp. 2 ist es da nur noch salzig und sauer. In 0,058 m Lösung schmeckt es

Tabelle 12

$$f = \frac{\text{m NaCl}}{\text{m Salz}}$$

| Verdünnung | P | Salz | m | f Vp. 1 | f Vp. 2 | f Vp. 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/1 | 1,00 | LiBr | 0,460 | 0,98 | 0,99 | 1,49 |
| 3/4 | 0,75 | „ | 0,345 | 0,84 | 1,24 | 1,24 |
| 2/3 | 0,66 | „ | 0,307 | 1,00 | 1,11 | 1,24 |
| 1/2 | 0,50 | „ | 0,230 | 0,98 | 0,99 | 1,34 |
| 1/4 | 0,25 | „ | 0,115 | 0,86 | 0,15 | 1,26 |
| 1/8 | 0,12 | „ | 0,058 | 0,79 | 0,09 | 1,41 |
| 1/16 | 0,06 | „ | 0,029 | 0,89 | — | 1,65 |
| 1/32 | 0,03 | „ | 0,014 | — | — | 1,86 |

für Vpn. 2 und 3 salzig und sauer, für Vp. 1 nur noch salzig. In 0,029 m Lösung wirkt es für Vp. 3 salzig und sauer, für Vp. 1 nur noch salzig und ist von Vp. 2 von destilliertem Wasser nicht mehr zu unterscheiden. In 0,014 m Lösung besitzt es nur noch für Vp. 3 einen Geschmack und zwar salzig und sauer.

5. NaBr.

Das NaBr schmeckt in der Ausgangslösung (s. Tab. 13) für Vp. 1 bitter, salzig und sauer, für Vpn. 2 und 3 bitter und salzig. Vorherrschend ist der salzige Geschmack.

Verdünnt man die Salzlösung, so muß der Chinin hydrochloricum-Gehalt der Mischung für sämtliche Vpn. sehr viel stärker herabgesetzt werden, als dem Verdünnungsgrad entspricht. Das lehren die Proportionalitätsfaktoren mit aller Deutlichkeit (s. Tab. 14).

Etwas anders liegen die Dinge für den Kochsalzgehalt. Für Vpn. 2 und 3 vollzieht sich dessen Abnahme in der Mischung

annähernd proportional der Verdünnung, für Vp. 1 dagegen sehr viel langsamer. Dies lehren auch die Faktoren f in Tab. 15, welche für Vp. 1 bis zu einer 0,194 m NaBr-Lösung ununterbrochen an-

Tabelle 13

Geschmacksgleichungen für NaBr in verschiedener Konzentration

| Vp. | Salz | m | Chin. hydr. m | NaCl m | Weinsteinsäure m | Rohrzucker m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | NaBr | 0,388 | 0,0000021 | 0,359 | 0,00003 | — |
| 2 | „ | 0,338 | 0,000009 | 0,407 | — | — |
| 3 | „ | 0,388 | 0,000012 | 0,362 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,291 | 0,0000011 | 0,340 | — | — |
| 2 | „ | 0,291 | 0,0000048 | 0,256 | — | — |
| 3 | „ | 0,291 | 0,000008 | 0,274 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,259 | — | 0,325 | — | — |
| 2 | „ | 0,259 | 0,0000041 | 0,205 | — | — |
| 3 | „ | 0,259 | 0,000006 | 0,256 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,194 | — | 0,307 | — | — |
| 2 | „ | 0,194 | 0,0000018 | 0,193 | — | — |
| 3 | „ | 0,194 | 0,0000042 | 0,181 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,097 | — | 0,089 | — | — |
| 2 | „ | 0,097 | 0,0000011 | 0,068 | — | — |
| 3 | „ | 0,097 | 0,000002 | 0,089 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,049 | — | 0,044 | — | — |
| 2 | „ | 0,049 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,049 | — | 0,062 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,024 | — | 0,024 | — | — |
| 2 | „ | 0,024 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,024 | — | 0,041 | — | — |

steigen und erst von da ab wieder abfallen, während sie für Vpn. 2 und 3 annähernd gleich sind.

Schon in einer Verdünnung entsprechend einem Proportionalitätsfaktor von 0,75 schmeckt das NaBr auch für Vp. 1 nicht mehr sauer.

Das Salz wies für Vp. 1 von einer 0,259 m Lösung ab nur noch einen salzigen Geschmack auf. Bei den Vpn. 2 und 3 war es dagegen salzig und bitter bis zu einer Konzentration ent-

## Tabelle 14

Proportionalitätsfaktoren für die Verdünnung von NaBr und der einzelnen Vertreter der geschmacksgleichen Mischung

| Vp. | Salz | m | | Chin. hydr. m | NaCl m | Weinsteinsäure m | Rohrzucker m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | NaBr | 0,291 | 0,75 | 0,54 | 0,94 | — | — |
| 2 | „ | 0,291 | 0,75 | 0,53 | 0,62 | — | — |
| 3 | „ | 0,291 | 0,75 | 0,67 | 0,75 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,259 | 0,66 | — | 0,91 | — | — |
| 2 | „ | 0,259 | 0,66 | 0,45 | 0,50 | — | — |
| 3 | „ | 0,259 | 0,66 | 0,50 | 0,71 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,194 | 0,50 | — | 0,85 | — | — |
| 2 | „ | 0,194 | 0,50 | 0,20 | 0,47 | — | — |
| 3 | „ | 0,194 | 0,50 | 0,35 | 0,50 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,097 | 0,25 | — | 0,25 | — | — |
| 2 | „ | 0,097 | 0,25 | 0,12 | 0,17 | — | — |
| 3 | „ | 0,097 | 0,25 | 0,17 | 0,25 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,049 | 0,12 | — | 0,12 | — | — |
| 2 | „ | 0,049 | 0,12 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,049 | 0,12 | — | 0,17 | — | — |
| 1 | NaBr | 0,024 | 0,06 | — | 0,07 | — | — |
| 2 | „ | 0,024 | 0,06 | — | — | — | — |
| 3 | „ | 0,024 | 0,06 | — | 0,11 | — | — |

## Tabelle 15

$$f = \frac{\text{m NaCl}}{\text{m Salz}}$$

| Verdünnung | P | Salz | m | f Vp. 1 | f Vp. 2 | f Vp. 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/1 | 1,00 | NaBr | 0,388 | 0,92 | 1,05 | 0,93 |
| 3/4 | 0,75 | „ | 0,291 | 0,72 | 0,87 | 0,94 |
| 2/3 | 0,66 | „ | 0,259 | 1,25 | 0,79 | 0,99 |
| 1/2 | 0,50 | „ | 0,194 | 1,53 | 1,00 | 0,93 |
| 1/4 | 0,25 | „ | 0,097 | 0,92 | 0,70 | 0,92 |
| 1/8 | 0,12 | „ | 0,049 | 0,90 | — | 1,30 |
| 1/16 | 0,06 | „ | 0,024 | 1,00 | — | 1,71 |

sprechend 0,097 m. Von einer 0,049 m Lösung ab schmeckte das Salz nur noch für Vpn. 1 und 3 salzig, während es von Vp. 2 da von destilliertem Wasser nicht mehr unterschieden werden konnte.

6. LiJ.

Das LiJ schmeckt, wie Tab. 16 lehrt, für Vpn. 1 und 2 bitter, salzig, sauer und süß, für Vp. 3 bitter, salzig und sauer. Der

Tabelle 16

Geschmacksgleichungen für LiJ in verschiedener Konzentration

| Vp. | Salz | m | Chin. hydr. m | NaCl m | Weinsteinsäure m | Rohrzucker m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | LiJ | 0,213 | 0,000030 | 0,048 | 0,00045 | 0,0117 |
| 2 | „ | 0,213 | 0,000097 | 0,091 | 0,00018 | 0,0269 |
| 3 | „ | 0,213 | 0,000670 | 0,137 | 0,00048 | — |
| 1 | LiJ | 0,160 | 0,000021 | 0,038 | 0,00033 | 0,0094 |
| 2 | „ | 0,160 | 0,000069 | 0,056 | 0,00015 | 0,0198 |
| 3 | „ | 0,160 | 0,000530 | 0,085 | 0,00036 | — |
| 1 | LiJ | 0,142 | 0,000018 | 0,032 | 0,00030 | 0,0070 |
| 2 | „ | 0,142 | 0,000055 | 0,051 | 0,00012 | 0,0175 |
| 3 | „ | 0,142 | 0,000500 | 0,068 | 0,00033 | — |
| 1 | LiJ | 0,107 | 0,000015 | 0,024 | 0,00018 | — |
| 2 | „ | 0,107 | 0,000028 | 0,043 | 0,00006 | 0,0140 |
| 3 | „ | 0,107 | 0,000420 | 0,051 | 0,00024 | — |
| 1 | LiJ | 0,053 | 0,0000083 | 0,012 | — | — |
| 2 | „ | 0,053 | 0,000011 | 0,021 | — | 0,0070 |
| 3 | „ | 0,053 | 0,000170 | 0,031 | — | — |
| 1 | LiJ | 0,027 | 0,0000042 | 0,007 | — | — |
| 2 | „ | 0,027 | 0,0000055 | 0,010 | — | 0,0035 |
| 3 | „ | 0,027 | 0,000069 | 0,015 | — | — |

Bittergeschmack ist bei diesem Salz gegenüber den anderen sehr stark ausgeprägt.

Verdünnt man die Salzlösung, so muß der Chinin hydrochloricum-Gehalt in den geschmacksgleichen Mischungen für Vp. 1 nahezu proportional der Verdünnung herabgesetzt werden (s. Tab. 17). Für Vp. 2 trifft das schon nicht in aller Strenge zu. Von einer 0,107 m LiJ-Lösung angefangen schmeckt das Salz erheblich schwächer bitter, als dem Verdünnungsgrade entsprechen

würde. Für Vp. 3, die das Salz außerordentlich bitter empfindet, vollzieht sich der Abfall des Chinin hydrochloricum-Gehaltes in der geschmacksgleichen Mischung auch nicht streng proportional. Das Salz schmeckte in einem Bereiche von 0,160 m bis herab zu 0,107 m bitterer, als nach dem Verdünnungsgrade zu erwarten wäre.

Tabelle 17

Proportionalitätsfaktoren für die Verdünnung von LiJ und der einzelnen Vertreter der geschmacksgleichen Mischung

| Vp. | Salz | | | Chin. hydr. | NaCl | Weinstein-säure | Rohrzucker |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | | | m | m | m | m |
| 1 | LiJ | 0,160 | 0,75 | 0,70 | 0,79 | 0,73 | 0,80 |
| 2 | „ | 0,160 | 0,75 | 0,71 | 0,62 | 0,83 | 0,74 |
| 3 | „ | 0,160 | 0,75 | 0,79 | 0,62 | 0,75 | — |
| 1 | LiJ | 0,142 | 0,66 | 0,60 | 0,67 | 0,67 | 0,65 |
| 2 | „ | 0,142 | 0,66 | 0,57 | 0,56 | 0,67 | 0,65 |
| 3 | „ | 0,142 | 0,66 | 0,74 | 0,49 | 0,69 | — |
| 1 | LiJ | 0,107 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,40 | — |
| 2 | „ | 0,107 | 0,50 | 0,29 | 0,47 | 0,32 | 0,52 |
| 3 | „ | 0,107 | 0,50 | 0,63 | 0,37 | 0,50 | — |
| 1 | LiJ | 0,053 | 0,25 | 0,28 | 0,25 | — | — |
| 2 | „ | 0,053 | 0,25 | 0,11 | 0,23 | — | 0,26 |
| 3 | „ | 0,053 | 0,25 | 0,25 | 0,23 | — | — |
| 1 | LiJ | 0,027 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | — | — |
| 2 | „ | 0,027 | 0,12 | 0,06 | 0,11 | — | 0,14 |
| 3 | „ | 0,027 | 0,12 | 0,10 | 0,11 | — | — |

Der Kochsalzgehalt der Mischungen fällt für die Vpn. 1 und 2 annähernd proportional der Verdünnung ab. Vp. 3 macht hier eine gewisse Ausnahme, als in einem Bereiche von einer 0,160 m bis zu einer 0,107 m Lösung der Abfall des Kochsalzgehaltes der Mischung sich jäher vollzieht, als dem Verdünnungsgrad entsprechen würde. Die Faktoren f sind (s. Tab. 18) für die Vpn. verschieden, aber für die verschiedenen Verdünnungen bei jeder Vp. annähernd gleich.

Für den sauren Geschmack liegen die Dinge so, daß sich bis auf geringe individuelle Schwankungen der Abfall für den Weinsteinsäuregehalt der Mischung proportional dem Verdünnungs-

grade der ursprünglichen Salzlösung vollzieht. Das gleiche gilt auch für den süßen Geschmack.

In einer 0,142 m Lösung weist das LiJ noch für sämtliche Vpn. die gleichen Geschmacksqualitäten auf wie die Ausgangslösung. Eine 0,107 m LiJ-Lösung schmeckt für Vp. 2 noch bitter, salzig sauer und süß, für Vp. 1 aber nur noch bitter, salzig und sauer. Eine 0,053 m Lösung und eine 0,027 m Lösung schmecken für Vp. 2 bitter, salzig und süß, für Vp. 1 aber nur noch bitter und salzig, hier ist also für sämtliche Vpn. die Sauerkomponente bereits entfallen.

Tabelle 18

$$f = \frac{\text{m NaCl}}{\text{m Salz}}$$

| Verdünnung | P | Salz | m | f Vp. 1 | f Vp. 2 | f Vp. 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/1 | 1,00 | LiJ | 0,213 | 0,23 | 0,43 | 0,64 |
| 3/4 | 0,75 | „ | 0,160 | 0,24 | 0,35 | 0,53 |
| 2/3 | 0,66 | „ | 0,142 | 0,22 | 0,36 | 0,47 |
| 1/2 | 0,50 | „ | 0,107 | 0,22 | 0,40 | 0,48 |
| 1/4 | 0,25 | „ | 0,053 | 0,23 | 0,40 | 0,58 |
| 1/8 | 0,12 | „ | 0,027 | 0,26 | 0,37 | 0,56 |

Überblicken wir nunmehr die gesamten Versuchsergebnisse, so heben sich vor allem zwei Tatsachen heraus.

1. Bei gleichartiger Verdünnung der Lösung eines anorganischen Salzes und der ihr geschmacksgleichen Mischung aus Vertretern der vier Grundqualitäten bitter, salzig, sauer und süß wird die ursprünglich herrschende Geschmacksgleichheit, wenn auch nicht ausnahmslos, so doch in den meisten Fällen, aufgehoben. Im allgemeinen muß man zu jeder Verdünnung eine neue Mischungsgleichung aufstellen, die sich aus dem Verdünnungsgrad nicht einfach ermessen läßt. Denn diese neuen Gleichungen unterscheiden sich von der Ausgangsgleichung einmal in quantitativer Beziehung. Die Proportionalitätsfaktoren als Ausdruck für das Verhältnis: neue Konzentration eines jeden der Vertreter der vier Geschmacksqualitäten zu deren Anfangskonzentration in der Mischung, entsprechen nämlich im allgemeinen nicht den Proportionalitätsfaktoren für die verdünnte Lösung des anorganischen Salzes.

Die neuen Gleichungen unterscheiden sich aber auch von der Ausgangsgleichung in qualitativer Beziehung, indem der Geschmack des verdünnten Salzes bereits eine oder die andere Qualität, die ursprünglich vorhanden war, vermissen läßt. Dies hängt natürlich damit zusammen, daß die einzelnen ursprünglich vorhandenen Komponenten infolge der abnehmenden Konzentration allmählich unterschwellig werden.

2. Die sinnlichen Erfolge bei der Verdünnung der Ausgangslösung des anorganischen Salzes sind individuell großen Schwankungen unterworfen. Dies geht hauptsächlich aus der Erscheinung hervor, daß die Proportionalitätsfaktoren für jede Vp. zumeist verschieden sind. Von vornherein hätte man daran denken können, daß die Geschmacksgleichheit bei Verdünnung der Ausgangslösung und der ihr geschmacksgleichen Mischung in demselben Grade deswegen aufgehoben wird, weil die Dissoziation der Moleküle des anorganischen Salzes nicht streng parallel geht und gehen kann zu der Dissoziation der in der Mischung vorhandenen Vertreter. In diesem Falle dürften aber bei den Proportionalitätsfaktoren keine individuellen Schwankungen vorkommen. Daß solche gegeben sind, weist darauf hin, daß hier nicht die Dissoziation den alleinigen Ausschlag gibt, daß vielmehr verschiedenartige Wirkungen des verdünnten Salzes auf die Empfangsapparate eines jeden Geschmackswerkzeuges in Frage kommen. Bei diesem Geschehen kann natürlich auch — dies ist durchaus nicht von der Hand zu weisen — die Beschaffenheit des Speichels eine Rolle spielen.

## III. Zusammenfassung

Es wurden für 6 anorganische Salze, LiCl, KCl, $NH_4Cl$, LiBr, NaBr und LiJ in einer Konzentration, bei der eine Einwirkung auf die dem Geschmack benachbarten Sinneswerkzeuge nicht vorhanden ist, die Mischungsgleichungen aufgestellt. Hernach wurden die Ausgangslösungen der Salze in bestimmter Weise verdünnt und geprüft, ob die in gleicher Weise verdünnte Mischung noch geschmacksgleich ist. Für den Grad der Verdünnung kann man jeweils Proportionalitätsfaktoren, sowohl für das anorganische Salz als auch für die in der geschmacksgleichen Mischung vorhandenen Vertreter der vier Grundqualitäten, bitter, salzig, sauer und süß, aufstellen. Dies geschieht in der Weise, daß man die Konzentration des anorganischen Salzes oder der Vertreter der

vier Grundqualitäten in der Verdünnung durch die in der Ausgangslösung dividiert.

Bei gleichartiger Verdünnung der Lösung eines anorganischen Salzes und der ihr geschmacksgleichen Mischung wird die ursprünglich gegebene Geschmacksgleichheit wenn auch nicht ausnahmslos, so doch in den meisten Fällen aufgehoben. Man muß also vielfach zu jeder Verdünnung eine neue Mischungsgleichung aufstellen, die sich von der Ausgangsgleichung sowohl in quantititaver als auch in qualitativer Beziehung unterscheidet. Die Proportionalitätsfaktoren der Vertreter der vier Grundqualitäten in der Mischung entsprechen im allgemeinen nicht den Proportionalitätsfaktoren für die verdünnte Salzlösung. Auch fällt ein oder die andere Geschmacksqualität, die ursprünglich vorhanden war, bei Verdünnung des Salzes völlig aus.

Die gesamten Erscheinungen sind individuell großen Schwankungen unterworfen. Die Proportionalitätsfaktoren sind für jede Vp. zumeist verschieden. Diese Tatsache lehrt von neuem, daß sich das Geschmacksorgan von anderen Sinneswerkzeugen vorzugsweise dadurch unterscheidet, daß es bei jedem Menschen in anderer Weise arbeitet.

## Lebenslauf.

Am 23. September 1903 wurde ich als Sohn des verstorbenen Konzertmeisters Karl Werner und seiner ebenfalls verstorbenen Ehefrau Helene geb. Rilke in Dortmund geboren. Nach Besuch der Volksschule und des Gymnasiums in Hirschberg i. Riesengebirge erlangte ich Ostern 1925 das Reifezeugnis. Daraufhin studierte ich an der Universität Breslau Zahnheilkunde und legte nach Unterbrechung des Studiums vom Herbst 1927 bis Februar 1929 Ende des Wintersemesters 1929/30 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Dann studierte ich in Jena und erhielt nach bestandenem Staatsexamen mit dem Prädikat „Gut“ im November 1932 die Approbation als Zahnarzt. Seit 1. Dezember 1932 arbeitete ich an meiner Dissertation.